

ждении зоны газового выветривания, но и низкую метаноносность угольных пластов (менее $3 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м.}$). Отсутствие в составе перекрывающих липовецкую свиту мезозойских и кайнозойских отложений труднопроходимых для газов слоев глинистых пород (покрышек) благоприятствует дегазации угленосной толщи.

Магматизм. Внедрение магматических расплавов, сопровождаемое формированием купольных структур, зон трещиноватых пород и нарушений, благоприятствовало в большей мере дегазации угленосной толщи, в меньшей — привнесу в нее H_2 , CO_2 , CO и новообразованию природных газов вследствие термального метаморфизма угля до стадии I-II. Внедрение пластовых интрузий, установленных в угленосных отложениях на участках Восточный, Восточный-2 и Южный-3, также связано с формированием зон трещиноватых пород, способствующих дегазации пластов угля и снижению их газоносности.

Заключение

В составе природного газа Липовецкого месторождения установлены: CH_4 и его гомологи, CO_2 , CO , H_2 , He , N_2 и Ar , находящиеся в трех фазовых формах: сорбированном, свободном и растворенном состоянии. Растворенные газы насыщены N_2 и CO_2 , свободные — CH_4 , H_2 и CO_2 . Сорбированные газы обогащены CH_4 и H_2 . Концентрации CH_4 и его гомологов, H_2 , He и CO в угольных пластах и вмещающих породах с увеличением глубины их залегания закономерно возрастают, CO_2 — уменьшаются. Наличие в угленосной толще высоких концентраций H_2 , TU и CO значительно повышает газоопасность горных работ.

Угленосные отложения до глубины 400 м находятся в зоне газового выветривания. В глубоких частях синклинальных складок в интервале глубин 400–500 м в угольных пластах фиксируется верхняя граница метановых газов с содержанием метана 75–80 %.

Уникальной особенностью месторождения является аномальная водородоносность вмещающих пород и угольных пластов, достигающая $0,1 \text{ м}^3/\text{т}$ и $1,4 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м.}$. Максимальной водородоносностью характеризуются рабдописитовые угли, минимальной — гумусовые.

Метаноносность вмещающих пород и угольных пластов закономерно возрастает с увеличением глубины их залегания и достигает $0,2 \text{ м}^3/\text{т}$ и $2,5 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м}$ на фоне одновременного снижения их углекислотности. Максимальной метаноносностью характеризуются гумусовые угли, минимальной — рабдописитовые; промежуточное положение занимают рабдописито-гумусовые угли.

Тектоническое строение месторождения предопределило развитие максимальной газоносности угольных пластов и вмещающих пород в наиболее глубоких центральных частях синклиналей, минимальной — на крыльях складок и купольных поднятий. Разрывные нарушения, магматизм и гидрогеологические условия способствуют дегазации угленосной толщи и снижению газоносности угольных пластов и вмещающих пород.

Отсутствие в фундаменте месторождения пород, генерирующих метан, практически исключает возмож-

ность восполнения его потерь в процессе природной дегазации угленосной толщи и обуславливает не только доминирование на месторождении зоны газового выветривания, но и низкую метаноносность угольных пластов (менее $3 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м.}$). В составе перекрывающих липовецкую свиту отложений отсутствуют слои глинистых пород (газовых покрышек), что также благоприятствует дегазации угленосной толщи.

В целом комплексное воздействие геологических факторов предопределило формирование условий для дегазации угленосных отложений и относительно низкой газоносности угольных пластов и вмещающих пород.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых МК-2286.2017.5, а также гранта РФФИ № 16-35-00013.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугдаева, Е.В. Исходный растительный материал уникальных меловых углей Липовецкого месторождения южного Приморья / Е.В. Бугдаева, В.С. Маркевич // Вестник ДВО РАН. — 2009. — № 6. — С. 35–42.
2. Голозубов, В.В. Роль горизонтальных перемещений при формировании Раздольненского мелового эпиконтинентального бассейна (Южное Приморье) / В.В. Голозубов, Ли, Донг-У, Г.Л. Амелеченко // Тихоокеанская геология. — 1998. — Т. 17. — № 3. — С. 11–17.
3. Гресов, А.И. К вопросу водородоносности угольных бассейнов Дальнего Востока / А.И. Гресов, А.И. Обжиров, А.В. Яцук // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — 2010. — № 1. — С. 231–244.
4. Гресов, А.И. Метаноресурсная база угольных бассейнов Дальнего Востока и перспективы ее промышленного освоения. Т. II. / А.И. Гресов. — Владивосток: Дальнаука, 2012. — С. 135–137.
5. Гресов, А.И. Геолого-промышленная оценка метаноресурсного потенциала и перспектив углеметанового промысла в углегазонасных бассейнах Северо-Востока России: Дисс... док. геол.-минер. наук / А.И. Гресов. — Томск, 2014. — 347 с.
6. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. — М.: Недра, 1977. — 56 с.
7. Обжиров, А.И. Геологические особенности распределения природных газов на угольных месторождениях Дальнего Востока / А.И. Обжиров. — М.: Наука, 1979. — 72 с.
8. Руководство по определению и прогнозу газоносности вмещающих пород при геологоразведочных работах. — Ростов-на-Дону: ВНИИГРИУголь, 1985. — 96 с.
9. Угольная база России. Т. V, кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997. — 371 с.

© Гресов А.И., Яцук А.В., Сырбу Н.С., 2018

Гресов Александр Иванович // gresov@poi.dvo.ru
Яцук Андрей Вадимович // yatsuk@poi.dvo.ru
Сырбу Надежда Сергеевна // syrbu@poi.dvo.ru

УДК 552.57.08

**Косинский В.А., Бобырев С.А., Гонцов А.А., Марков А.Г.
(АО «ВНИГРИУголь»)**

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНТАКТОВО-МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ УГЛЕЙ И ОЦЕНКА НАПРАВЛЕНИЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработан проект классификации контактивно-метаморфизованных углей. В качестве классификационных показателей для разделения углей на марки приняты показатель отражения витринита, весовой выход летучих

веществ, содержание органического углерода и удельное электросопротивление. Разработаны методы и критерии оценки пригодности рассматриваемых углей для различных направлений их использования (производства фильтрующих материалов, адсорбентов, карбовосстановителей и углеродистых наполнителей, а также пигментов, водоугольных и угольно-мазутных суспензий).
Ключевые слова: контактово-метаморфизованный уголь, классификация, методы и рациональный комплекс оценки, использование.

Kosinskiy V.A., Bobyrev S.A., Gontsov A.A., Markov A.G.
(VNIGRIugol)

CLASSIFICATION OF THE CONTACT-METAMORPHOSED COALS AND APPRAISAL OF DIRECTIONS OF USE

*The project of classification of contact-metamorphosed coals is developed. In capacity of classification indices for division of coals to marks there are accepted reflection index of vitrinite, yield of volatiles by weight, organic carbon content and specific electric resistivity. The methods and criteria for estimation of suitability of the coals under examination for various directions of their use (production of filtering materials, adsorbents, carboreductors, and carbonic fillers, and also pigments, water-coal and coal-fuel oil suspensions) are developed. **Keywords:** contact-metamorphosed coal, classification, methods and rational estimation suite, utilization.*

Контактовый метаморфизм углей, связанный с внедрением магматических расплавов в угленосные толщи, обусловлен сложными и недостаточно изученными геологическими процессами, зависящими от целого ряда факторов. Несмотря на большое число исследований, задача количественной оценки изменения свойств углей под воздействием интрузивных тел, не решена. Единого методологического подхода к выбору показателей для выделения зональности контактового метаморфизма углей нет.

Проблема характеризуется особой актуальностью в связи с тем, что подсчет запасов контактово-метаморфизованных углей осложняется, а в ряде случаев невозможен из-за отсутствия общепринятой классификации по генетическим и технологическим параметрам. В свою очередь ее разработка требует выделения особо чувствительных к процессам контактового метаморфизма показателей на основе соответствующего фактического материала по разным бассейнам и месторождениям России.

Изучением контактово-метаморфизованных углей в разных угольных бассейнах России занимались Л.Ф. Ажгиревич [1], В.С. Быкадоров [2], В.И. Вялов [3], В.И. Гаврилова [4, 5], А.Б. Гуревич [6], Г.Г. Жерновая [7], Л.Я. Кизильштейн [8], М.Л. Левенштейн [9], В.Н. Меленовский [10], Г.Б. Скрипченко [11] и многие др.

Масштаб проявлений контактового метаморфизма углей в угольных бассейнах различен. Например, в Кузбассе процессы термально-контактового воздей-

ствия магматических пород на угли на отдельных участках и площадях (Чексинская площадь, участки в Томь-Усинском районе и др.) были локальными.

В Таймырском и Тунгусском бассейнах уголь преобразован вплоть до метаантрацита и даже графита на значительных площадях (месторождения Сэрэген, Жеронское и др.).

В Партизанском и Омсукчанском бассейнах на месторождениях Сахалина контактовый метаморфизм углей оказал существенное влияние на образование углей различного марочного состава и качества.

Комплекс методов, применяемых в настоящее время для изучения свойств контактово-метаморфизованных углей, направлен в основном на решение задач, связанных с проблемами количественной оценки изменения свойств углей под воздействием интрузивных тел и установления границ между углями термального, контактового и регионального типов метаморфизма. Следствием процессов, происходящих под влиянием контактового метаморфизма углей, является трансформация мацералов и мацерального состава; графитизация углей; образование новых видов полезных ископаемых (термоантрацита, графита, кокса, сажи пиролитического углерода и др.). Оценка свойств таких продуктов трансформации углей должна осуществляться по специализированному нормативным документам.

Петрология контактово-метаморфизованных углей сложна. Нет общепринятой классификации органических мацералов и новообразованных компонентов.

Э. Штах с соавторами [12] в контактово-измененных углях отмечает измененные мацералы групп витринита и инертинита и новообразованные компоненты: графитоидный сферолит, газовый графит, пиролитический углерод и др.

О.И. Гаврилова, Н.М. Крылова отмечают в термально-метаморфизованных углях Тунгусского бассейна графитоподобные новообразования, характеризующиеся высоким показателем отражения, резким двуотражением, яркой анизотропией [4, 5].

В.И. Вяловым предложена классификация органических мацералов метаантрацитов (термально-контактово-метаморфизованных антрацитов), включающая группы антринита, инертинита и графитинита [3].

В номенклатуре США для метаантрацитов выделяется три мацерала: антриноид ($R_{\max} - 2,5-10\%$), фюзинноид ($R_{\max} - 4,0-10\%$) и микроиноид ($R_{\max} - \text{до } 8\%$).

Результаты проведенных сотрудниками ВНИГРИ-уголь исследований контактово-метаморфизованных углей Булурского месторождения (Магаданская обл.) и Красногорского разреза (Кузбасс) позволили выявить петрографические особенности, которым до настоящего времени не уделялось должного внимания. Так, например, характерной особенностью таких углей является наличие в них как остроугольных, так и округлых, часто пористых, обломков (фрагментов) витринита. Их количество уменьшается по мере удаления от даек. Очевидно, при внедрении магматического тела в пласт угли подвергались комбинирован-

ному тепловому удару (возможно взрывного характера), ведущему к механохимическому измельчению и перемещению отдельных его частей.

Трансформация органического вещества углей происходит неравномерно, уменьшаясь по мере удаления от дайки. Так, если на контакте с дайкой органическое вещество пласта Γ_8 (Булурское месторождение, участок Арылах, скв. 78) содержит единичные фрагменты витринита, т.е. практически полностью преобразовано, то в верхней части (в 4-х м от дайки) термически преобразованное вещество наблюдается в виде редких прослоев, мощностью 2–3 мм.

Результаты собственных исследований показали, что особо чувствительными и информативными параметрами к процессам контактового метаморфизма являются показатель отражения витринита, выход летучих веществ и удельное электрическое сопротивление (ρ).

Использование этих показателей позволило четко разграничить в угольных пластах Булурского месторождения антрациты и термоантрациты.

В ряде случаев зональность контактивно-метаморфизованных углей сравнительно четко устанавливается по результатам дополнительного определения действительной плотности и содержания органического углерода (Сибиргинское месторождение, Красногорский разрез Кузбасса и др.).

На основе математического моделирования доказано, что содержание углерода (C^{daf} , %) является важным интегральным показателем, характеризующимся сильной связью ($r = 0,90$) с объемным выходом летучих веществ (V_v^{daf} , $см^3/г$) и показателем отражения витринита ($r = 0,90$). Это позволяет оценить не только стадию термического преобразования углей в контактовых зонах, но и в определенной мере технологическую ценность контактивно-метаморфизованных углей.

Обоснована возможность расчета с высокой степенью достоверности значений отдельных показателей качества контактивно-метаморфизованных углей. Например:

$$\begin{aligned} V_v^{daf} &= 10,4083 - 1,482 R_o; \\ R_{o,r}, \% &= -48,1446 + 0,05557 C^{daf}, \%; \\ C^{daf} &= 88,0538 + 1,4116 R_o; \\ V_v^{daf} &= -284,7397 + 0,3689 Q^{daf}; \\ D_r &= 1,1825 + 0,129 R_o; \\ Q^{daf} &= 8829,372 - 156,627 R_o; \\ V_v^{daf} &= 4197,79 - 42,971 C^{daf}; \\ d_a^d &= 1,2086 + 0,0855 R_o. \end{aligned}$$

Общепринятой классификации контактивно-метаморфизованных углей, учитывающей многофакторность влияния интрузивных тел на характер изменения их свойств, в настоящее время нет.

Проведенный анализ существующих классификаций углей показывает, что формы их построения сложны и мало приспособлены для решения практических вопросов использования контактивно-метаморфизованных углей.

По данным ВСЕГЕИ [6] угли регионального, термального и контактового метаморфизма *отличаются*

по значениям ряда параметров. Контактново-метаморфизованным углям свойственна повышенная влажность, более высокая действительная плотность и пористость (которая начинает проявляться со стадии J^k , увеличиваясь с ростом стадии метаморфизма углей), пониженные значения теплоты сгорания и содержания углерода, низкая реакционная способность к воспламенению, затрудняющая их сжигание. Отличны и оптические свойства — контактивно-метаморфизованные угли имеют повышенный показатель отражения витринита. Начиная уже с термально-метаморфизованных углей стадий Γ^t , J^t , K^t , наблюдается аномально высокая анизотропия. Она соответствует анизотропии тощих углей и антрацитов регионального ряда. Отставание обуглероженности термально-контактовых углей особо заметно с «жирной» стадии метаморфизма и усиливается в коксовых, отощенных и тощих углях. Наиболее важным, принципиальным отличием контактивно-метаморфизованных углей является полное отсутствие их спекаемости.

Обобщение фактического материала позволило ВСЕГЕИ наметить пределы применения характеристик контактовых углей для каждой стадии метаморфизма, провести их кодификацию и, с учетом полноты и детальности имеющихся данных, предложить вариант классификации контактивно-метаморфизованных углей Тунгусского бассейна в градациях ГОСТа 25543-2013.

В предложенном варианте используются кодовые значения основных показателей свойств углей, что усложняет практическое использование классификации.

Параметр «характер нелетучего остатка» является качественным и малоинформативным, что делает необходимым его исключение и замену на показатель «спекаемость углей» (пластометрические показатели, индекс Рога, показатель свободного вспучивания).

Во ВНИГРИ уголь разработан проект классификации контактивно-метаморфизованных углей, в которой для выделения марок и технологических групп, наряду с классификационными показателями по ГОСТ 25543-2013 (показатель отражения витринита, выход летучих веществ, толщина пластического слоя, индекс Рога, анизотропия отражения витринита), предложено использование результатов определения содержания органического углерода (C^{daf}) и значений удельного электросопротивления (ρ) (таблица).

Впервые в ней даются значения ряда показателей для таких продуктов контактового метаморфизма как «природный кокс», «обоженный уголь», «графит».

Установлено, что подразделение низкометаморфизованных углей (Д, Г, КСН и др.), подвергавшихся термальному метаморфизму, на марки и технологические группы по классификационным показателям в соответствии с ГОСТ 25543-2013 вполне удовлетворительно, в то время как для высокометаморфизованных углей оно в ряде случаев затруднительно и малоубедительно.

Для подразделения высокометаморфизованных углей, подвергавшихся контактовому метаморфизму, на группы, близкие по технологическим свойствам,

Классификация контактово-метаморфизованных углей (проект)

Марка угля	Обозначение	Классификационный показатель					
		Показатель отражения витринита, R_o , %	Выход летучих веществ, V^{daf} , %	Толщина пластического слоя u , мм	Индекс Рога RJ, ед.	Анизотропия отражения витринита, A_R , %	Удельное электросопротивление, ρ , Ом·м
Длиннопламенный	Д ^к	< 0,60	≥ 40,0	< 6,0	—	—	—
Газовый	Г ^к	0,6–0,9	33,0–45,0	< 6,0	—	—	—
Жирный	Ж ^к	0,9–1,4	28,0–33,0	6,0–10,0	—	—	—
Коксовый	К ^к	1,4–1,7	17,0–28,0	6,0–10,0	—	—	—
Отощенный	О ^к	1,5–1,9	14,0–22,0	< 6,0	< 13,0	—	—
Тощий	Т ^к	1,7–2,4	9,0–17,0	—	< 13,0	11,0–21,0	> 5000
Полуантрацит	ПА ^к	2,4–3,6	6–9	—	—	—	—
Антрацит	А ^к	2,4–5,0	< 9,0	—	—	19,0–80,0	0,01–5000
Природный кокс	ПК ^к	≥ 3,0	5,0–9,0	—	—	35,0–55,0	> 0,2
Обоженный уголь	ОУ ^к	4–8	1,6–6,0	—	—	18–30	> 0,2
Термоантрацит (мета)	ТА ^к	> 5,0	3,0–5,0	—	—	—	< 0,01
Графит	Гр ^к	> 6,0	< 3,0	—	—	—	0,001

рекомендуется в ГОСТ 25543-2013 выделение марок «полуантрацит» и «термо(мета)антрацит».

К марке «полуантрацит» предлагается относить контактово-метаморфизованные угли с R_o 2,5–3,6 %; V^{daf} 6–9 %; C^{daf} 92–94 %.

В марку «термо(мета)антрацит» должны включаться угли с удельным электрическим сопротивлением (ρ) — 0,001 Ом·м, R_o 3,5–8 %; V^{daf} < 3 %; C^{daf} > 97 %.

Классификация устанавливает подразделение углей на марки на основании значений основных параметров, отражающих генетические особенности и технологические характеристики для промышленного использования. В проект не включен параметр, отражающий петрографический состав. Это объясняется отсутствием общепринятой классификации органических мацералов и новообразованных компонентов контактово-метаморфизованных углей и достаточного соответствующего фактического материала, особенно по Таймырскому и Тунгусскому бассейнам и месторождениям северо-востока России. Отказ от использования объемного выхода летучих веществ в качестве параметра классификации обусловлен необходимостью упрощения процедуры классификации. Кроме того, значения весового и объемного выхода летучих веществ имеют близкую динамику изменения в процессах контактового метаморфизма, характеризуются высокой корреляционной зависимостью и с высокой степенью достоверности могут быть определены расчетным путем.

В зависимости от глубины и степени термических преобразований выделяются 7 марок углей, а также близкие по показателям качества и свойствам, полуантрацит, природный кокс, обоженный уголь, термо(мета)антрацит и графит. По результатам экспериментальных исследований представляется необходимым внести следующие дополнения в таблицу 12 «Направления использования ископаемых углей» ГОСТа 25543-2013.

Раздел 1. «Технологическое направление использования»:

— в подпункт 1.6 «Производство углеродистого наполнителя (термоантрацита) для электродных изделий и литейного кокса» добавить марки — термо(мета)антрациты (ТА^к), природный кокс (ПК^к).

Раздел 4. «Прочие направления использования»:

— в подпункт 4.1 «Производство углеродных адсорбентов» добавить марки — термо(мета)антрациты (ТА^к), полуантрациты (ПА^к);

— ввести подпункт 4.4 «Производство фильтрующих материалов» с маркой термо(мета)антрациты» (ТА^к);

— ввести подпункт 4.5 «Производство пигментов» с маркой термо(мета)антрациты» (ТА^к).

Комплекс петрологических и углехимических методов изучения свойств контактово-метаморфизованных углей, необходимый для оценки направлений их использования на поисковой стадии геологоразведочных работ, включает следующие определения: A^d , S_1^d , R_o , V^{daf} , удельное электросопротивление, обогатимость, химический состав золы и др.

Результаты проведенных авторами исследований и промышленных испытаний позволяют оценить контактово-метаморфизованные угли как сырье для получения фильтрующих материалов, углеродистых наполнителей и восстановителей, карбюризаторов и карбонизаторов, углеродистых адсорбентов и пигментов.

Фильтрующие материалы. Рациональный комплекс оценки пригодности антрацитов, термоантрацитов и графитизированных углей для производства фильтрующих материалов включает определение зольности, содержания серы и диоксида углерода карбонатов. Потенциально пригодными для производства фильтрующих материалов являются угли с содержанием серы не более 2 %, карбонатного углерода — не более 0,45 % и зольностью — не более 10 %.

Для решения вопросов, связанных с использованием контактово-метаморфизованных углей в качестве

фильтрующих материалов, на стадии оценочных работ осуществляются лабораторные технологические испытания по оценке их химической стойкости и механической прочности в соответствии с ГОСТ Р 51641-2000 и соответствующие опытно-промышленные испытания, включающие оценку возможности снижения прироста сухого остатка, определения формы зерен (в том числе лещадности), эквивалентного диаметра, коэффициента неоднородности, санитарно-гигиенических параметров и содержания радионуклидов.

Контактово-метаморфизованные угли могут быть использованы: для заменителей кокса в металлургии (литейное, доменное, ферросплавное, кузнечное и другие производства, выплавка цветных металлов), кокса в химической промышленности (карбиды кальция, кремния, фосфора, соды, сернистого натрия), производства термоантрацита, электродной продукции и другие.

Угли (концентраты) с зольностью не более 8 % и содержанием серы менее 2 % можно отнести к потенциально пригодным для использования в качестве карбовосстановителей и углеродистых наполнителей.

Регламентируемыми показателями оценки пригодности углей на поисковой стадии для производства углеродистых наполнителей, кроме R_o , V^{daf} , ΣOK , толщины пластического слоя, являются:

- массовая доля общей серы — не более 2 %;
- механическая прочность — не менее 32 %;
- термическая стойкость — не менее 60 %.

Углеродистые восстановители (карбовосстановители) находят свое применение главным образом в производстве ферросплавов (ферросилиций, феррохром, силикомарганец и др.), химической промышленности, цветной металлургии и других электротермических производствах (например, карбида кальция). В качестве карбовосстановителей (КВ) используются полукокс, так называемый коксовый орешек (отсев валового кокса крупностью 10–25 мм) и даже металлургический кокс (около четверти выпускаемого объема).

Для этой цели могут использоваться контактово-метаморфизованные угли, характеризующиеся следующими показателями качества: A^d — ≤ 35 %; SiO_2 — ≥ 60 % (для производства кремнистых ферросплавов); S^d — $\leq 3,0$ %; CaO — $\leq 20,0$ % (для производства кремнистых ферросплавов); удельное электросопротивление, $Om \cdot mm^2/m$ — > 2500 . В производстве электродной продукции весьма важная роль принадлежит физико-химическим и физико-механическим свойствам сырья (химический состав золы, плотность, смачиваемость прокаленного продукта связующим и т.д.), от которых зависят качество и эксплуатационные свойства конечной продукции — электродов и блоков. Комплексные исследования в этих направлениях, в том числе и изготовление опытных лабораторных образцов электродов, очевидно должны проводиться на оценочной стадии ГРП в специализированных организациях.

Углеродные адсорбенты. Контактово-метаморфизованные угли могут служить сырьем для производства углеродных адсорбентов, пригодных в первую очередь для очистки бытовых и промышленных сточных вод.

Оценка потенциальной пригодности контактово-метаморфизованных углей в качестве сырья для получения адсорбентов методом парогазовой активации при поисковых работах не требует специального отбора проб и производится на основе определения пористости, зольности и содержания в углях общей серы. Для производства углеродных адсорбентов наиболее целесообразно использование относительно низкозольных углей с содержанием серы не более 1,5 %.

На оценочной стадии геологоразведочных работ по представительной пробе определяются оптимальные условия получения адсорбентов: температура, время карбонизации (при необходимости) и активации. Наряду с определением стандартизованных показателей качества углеродных адсорбентов (X_{H_2O} , V_{Σ} и др.), представляется необходимым оценка их сорбционной способности по отношению к вредным примесям (органическим и неорганическим) в воде, путем изучения их взаимодействия с модельными растворами таких веществ.

Пигменты. Предварительная оценка пригодности контактово-метаморфизованных углей для получения белого и цветных пигментов на стадии поисковых работ производится в зависимости от содержания в их золе основных хромофоров (диоксидов железа, алюминия, титана и др.), определяемых по соответствующим стандартам, и не требует дополнительного отбора проб. По содержанию хромофора пигменты на основе контактово-метаморфизованных углей пригодны для использования в вододисперсионных красках вместо мела или в смеси с мелом. Пигменты устойчивы в кислой, нейтральной и щелочной средах. Судя по химическому составу и цвету пигменты можно использовать в грунтовых шпатлевках, а также в качестве наполнителя в гипсовых вяжущих для расширения их номенклатуры. Для получения белых пигментов рекомендуется использование углей с содержанием диоксидов алюминия и титана в золе более 25 % (глиноземный и близкий к нему, типы золы); цветных — с содержанием диоксидов железа в золе более 4 %. Для получения черных пигментов пригодны антрациты, термоантрациты и графитизированные угли (концентраты) с содержанием серы $\leq 1,0$ % и удельным электросопротивлением ≤ 950 мк Ом·м.

На стадии оценочных работ осуществляются лабораторные технологические исследования с целью оценки качества получаемого пигмента и разработки технологического регламента его получения.

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Следствием процессов, происходящих под влиянием контактового метаморфизма углей, являются: трансформация мацералов и мацерального состава; графитизация углей; образование новых видов полезных ископаемых: термоантрацита, графита, кокса, сажи (пиролитического углерода) и др.

2. Оценка свойств таких продуктов трансформации углей должна осуществляться по специализированным нормативным документам, однако общеприня-

той классификации органических мацералов и новообразованных компонентов нет.

3. При анализе материалов геологоразведочных работ и результатов собственных исследований установлено, что особо чувствительными и информативными параметрами к процессам контактового метаморфизма являются показатели отражения витринита, выход летучих веществ и удельное электрическое сопротивление. Использование этих показателей позволило четко разграничить в конкретных угольных пластах антрациты и термоантрациты Булурского месторождения (Магаданская обл.). В ряде случаев зональность термально- (контактово) метаморфизованных углей сравнительно четко устанавливается по результатам дополнительного определения действующей плотности и содержания органического углерода (Сибиргинское месторождение, Красногорский разрез в Кузбассе и др.).

4. В разработанном проекте классификации термально- (контактово) метаморфизованных углей для выделения марок и технологических групп, наряду с классификационными показателями по ГОСТ 25543-2013 (показатель отражения витринита, выход летучих веществ, толщина пластического слоя, индекс Рога, анизотропия отражения витринита) дополнительно предложено использование результатов определения содержания органического углерода (C^{daf}) и значений удельного электросопротивления (ρ). В ней впервые даются значения ряда показателей для таких продуктов контактового метаморфизма как «природный кокс», «обоженный уголь», «графит».

5. Результаты проведенных исследований позволяют считать контактово-метаморфизованные угли перспективным сырьем для получения ряда ценных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгиревич, Л.Ф. Петрографический состав углей Сахалина и их изменения под влиянием контактового метаморфизма / Л.Ф. Ажгиревич. — Автореф. дисс. на соискание ученой степени к. г.-м. н. — Ленинград, 1965. — 20 с.
2. Быкадоров, В.С. Закономерности изменения угленосности и качества углей Центральной части Тунгусского бассейна / В.С. Быкадоров. — Автореф. дисс. на соискание ученой степени к. г.-м. н. — Москва, 1969. — 32 с.
3. Вялов, В.И. Петрология антрацитов и угольных графитов России / В.И. Вялов. — Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. г.-м. н. — Москва, 1999. — 44 с.
4. Гаврилова, О.И. Химические свойства и метаморфизм углей из зон контактов с секущими интрузиями / Вопросы метаморфизма углей и эпигенеза вмещающих пород / О.И. Гаврилова. — Л.: Наука. — 1968. — С. 163–182.
5. Гаврилова, О.И. О факторах контактового метаморфизма угленосных отложений. / О.И. Гаврилова, А.Б. Гуревич // Известия АН СССР, сер. геол. № 4. — 1972. — С. 136–144.
6. Гуревич, А.Б. Прогноз угленосности и качества углей при ГИС-200 и ГДП-200 / А.Б. Гуревич, Г.М. Волкова, М.В. Богданова. — С.-Петербург, 2001. — 142 с.
7. Жерновая, Г.Г. Особенности изменения состава и свойств углей южного Донбасса / Г.Г. Жерновая. — Автореф. дисс. на соискание ученой степени к. г.-м. н. — 1988. — 18 с.
8. Кизильштейн, А.Я. Атлас микрокомпонентов и петрографических типов антрацитов / А.Я. Кизильштейн, А.Л. Шпицглюз. — Ростов-на-Дону, 1998. — 115 с.
9. Левенштейн, М.Л. Закономерности метаморфизма углей Донецкого бассейна / М.Л. Левенштейн — Автореф. дисс. на соискание ученой степени к. г.-м. н. — Киев, 1966. — 48 с.
10. Меленовский, В.Н. Контактное преобразование угля под воздействием долеритовой дайки / В.Н. Меленовский, А.Н. Фомин // Геология и геофизика. — 2008. — № 9. — С. 886–893.
11. Скрипченко, Г.Б. Структура и свойства антрацитов термального метаморфизма / Г.Б. Скрипченко // Химия твердого топлива. — 2010. — № 5. — С. 3–8.
12. Штах, Э. Петрология углей / Э. Штах, М.Т. Маковски, М. Тейхмюллер и др. — М.: «Мир», 1978. — 554 с.

© Коллектив авторов, 2018

Косинский Владимир Андреевич // geocoal@list.ru
Бобырев Семен Александрович // geocoal@list.ru
Гонцов Александр Александрович // geocoal@list.ru
Марков Алексей Геннадьевич // geocoal@list.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.14: 550. 834

Костюченко С.Л.¹, Маухин А.В.², Кадури И.Н.²,
Недядько В.В.², Ракитов В.А.², Чернышев Ю.Г.²
(1 — АО «Росгеология», 2 — филиал ОАО
«ВНИИГеофизика» — Центр ГЕОН)

К 50-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ГЕОН

Посвящается памяти Л.Н. Солодилова
(18.03.1937 — 23.07.2017)

Представлены основные результаты деятельности Центра ГЕОН за 50 лет в области геолого-геофизических исследований. Показана роль генерального директора Л.Н. Солодилова в формировании предприятия как ведущей научно-производственной организации страны. **Ключевые слова:** геолого-геофизические исследования, история деятельности.

Kostyuchenko S.L.¹, Mauhin A.V.², Kadurin I.N.², Nedyadko V.V.², Rakitov V.A.², Chernyshev Yu.G.² (1 — Rosgeologia, 2 — GEON Centre, Branch of VNIIGeofizika)

TO THE 50-TH ANNIVERSARY OF THE ACTIVITIES OF THE GEON CENTER

*The paper shows the main results of the activities of the Geon Centre over 50 years in the field of geological and geophysical surveys. The imported role of L.N. Solodilov, Director General, in the formation of enterprise as the leading scientific and industrial organizations of the country is demonstrated. **Keywords:** geological and geophysical studies, history of activities.*

Пятьдесят лет назад, 8 февраля 1968 г., в тресте «Спецгеофизика» была создана Специальная опытно-методическая геофизическая экспедиция (СОМГЭ), реорганизованная 27 июля 1975 г. в Специальную региональную геофизическую экспедицию (СРГЭ) в составе НПО «Союзгеофизика» (с 7 апреля 1980 г. —